



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift  
⑯ ⑩ DE 43 33 633 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
F 04 B 39/08  
F 04 B 27/08

DE 43 33 633 A 1

⑯ ⑯ Aktenzeichen: P 43 33 633.7  
⑯ ⑯ Anmeldetag: 2. 10. 93  
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 7. 4. 94

⑯ ⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

05.10.92 JP 4-266187

⑯ ⑯ Anmelder:

Kabushiki Kaisha Toyoda Jidoshokki Seisakusho,  
Kariya, Aichi, JP

⑯ ⑯ Vertreter:

Stellrecht, W., Dipl.-Ing. M.Sc.; Grießbach, D.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Haecker, W., Dipl.-Phys.;  
Böhme, U., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Beck, J.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Wößner, G., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 70182 Stuttgart

⑯ ⑯ Erfinder:

Kimura, Kazuya, Kariya, Aichi, JP; Hidaka,  
Shigeyuki, Kariya, Aichi, JP; Kayukawa, Hiroaki,  
Kariya, Aichi, JP; Takeichi, Toru, Kariya, Aichi, JP;  
Kawamura, Chuichi, Kariya, Aichi, JP; Mizutani,  
Hideki, Kariya, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ ⑯ Axialkolbenkompressor mit mehreren Kolben und einem Drehventil

⑯ ⑯ Bei einem Axialkolbenkompressor mit einer Antriebswelle, mit einem Zylinderblock mit darin rings um die Achse der Antriebswelle angeordneten Zylinderbohrungen, mit jeweils einem gleitverschieblich in einer zugeordneten Zylinderbohrung angeordneten Kolben, mit Antriebseinrichtungen zum Umwandeln einer Drehbewegung der Antriebswelle in eine Hin- und Herbewegung der einzelnen Kolben in ihren Zylinderbohrungen derart, daß sie alternierend einen Saughub und einen Kompressionshub ausführen, wobei während des Saughubes ein Fluid in die Zylinderbohrungen eingeleitet und während des Kompressionshubes komprimiert und schließlich derart aus der Zylinderbohrung ausgestoßen wird, daß am Ende des Kompressionshubes ein Teil des komprimierten Fluids als Restgas in der Zylinderbohrung und/oder daran angrenzenden Teilen verbleibt, werden zur Verbesserung des Wirkungsgrades Ventileinrichtungen vorgesehen, mit deren Hilfe das Restgas aus einer Zylinderbohrung einer anderen Zylinderbohrung zuführbar ist, in der ein Kompressionshub stattfindet.

DE 43 33 633 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 94 408 014/499

14/40

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Axialkolbenkompressor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein Kompressor dieser Art ist in der JP-OS (Kokai) 59(1984)-145378 beschrieben. Der bekannte Kompressor ist ein Mehrkolbenkompressor in Form eines Taumelscheibenkompressors, der für den Einbau in einer Klimaanlage eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, geeignet ist. Der Taumelscheibenkompressor umfaßt einen vorderen und einen hinteren Zylinderblock, die in axialer Richtung miteinander verbunden sind, um dazwischen eine Taumelscheibenkammer zu bilden, wobei die verbundenen Zylinderblöcke jeweils dieselbe Anzahl von axialen Zylinderbohrungen aufweisen, die rund um die Mittelachse in gleichmäßigen Abständen voneinander angeordnet sind, wobei die Bohrungen der beiden Zylinderblöcke miteinander fluchten und die Taumelscheibenkammer dazwischen liegt. In jedem Paar von fluchtenden Zylinderbohrungen ist ein doppelt wirkender Kolben angeordnet. An der vorderen Stirnfläche und an der hinteren Stirnfläche der zu einer Einheit zusammengebauten Zylinderblöcke ist ein vorderes Gehäuse bzw. ein hinteres Gehäuse befestigt, wobei zwischen der Zylinderanordnung und den Gehäusen jeweils eine Ventilplatte angeordnet ist. Das vordere Gehäuse und das hintere Gehäuse bilden mit der zugehörigen Ventilplatte jeweils eine Ansaugkammer und eine Auslaßkammer. Eine drehbare Antriebsachse erstreckt sich axial durch das vordere Gehäuse und die miteinander verbundenen Zylinderblöcke. Mit der Antriebswelle ist drehfest eine Taumelscheibe verbunden, die in der Taumelscheibenkammer angeordnet ist und mit den doppelt wirkenden Kolben zusammenwirkt, um diese in den paarweise fluchtenden Zylinderbohrungen zu einer Hin- und Herbewegung anzureiben.

Die vordere und die hintere Ventilplattenanordnung sind im wesentlichen gleich aufgebaut und umfassen jeweils: Eine Platte mit je einer Ansaugöffnung und einer Auslaßöffnung pro Zylinder, ein an der Innenseite befestigtes inneres Ventilblech mit je einem als Ansaugventil dienenden Ventilblatt zum Öffnen und Schließen der zugeordneten Ansaugöffnung und ein an der Außenseite befestigtes Ventilblech mit als Auslaßventile dienenden Ventilblättern zum Öffnen und Schließen der zugeordneten Auslaßöffnungen. Jede der Ventilplattenanordnungen besitzt außerdem Ansaugöffnungen, die mit entsprechenden Kanälen im vorderen bzw. im hinteren Zylinderblock fluchten, so daß die Ansaugkammern im vorderen und im hinteren Gehäuse mit der Taumelscheibenkammer in Verbindung stehen, der ein Fluid bzw. Kältemittel von einem Verdampfer einer Klimaanlage über eine geeignete Einlaßöffnung zugeführt, die in den miteinander verbundenen Zylinderblöcken ausgebildet ist.

Bei dem vorstehend beschriebenen Taumelscheibenkompressor wird die Antriebswelle von einer Maschine eines Fahrzeugs, wie z. B. eines Kraftfahrzeugs, angetrieben, so daß die Taumelscheibe in der Taumelscheibenkammer zu einer Drehbewegung angetrieben wird, die eine Hin- und Herbewegung der Kolben in den paarweise fluchtenden Zylinderbohrungen bewirkt. Bei der Hin- und Herbewegung eines Kolbens in zwei fluchtenden Zylinderbohrungen wird in einer derselben ein Ansaughub und in der anderen ein Kompressionshub ausgeführt. Während des Ansaughubes wird das Ansaug-Ventilblatt geöffnet und das Auslaß-Ventilblatt geschlossen, so daß das Kältemittel aus der Ansaugkam-

mer über die Ansaugöffnung in die Zylinderbohrung strömt. Während des Kompressionshubes ist das betreffende Ansaug-Ventilblatt geschlossen, und das Auslaß-Ventilblatt geöffnet, so daß das angesaugte Kältemittel komprimiert und schließlich aus der Zylinderbohrung über das geöffnete Auslaßventil in die Auslaßkammer ausgestoßen wird.

Bei einem Kompressor dieser Art enthält das Kältemittel einen Ölnebel, und die beweglichen Teile des Kompressors werden im Betrieb mit Öl aus diesem Ölnebel geschmiert. Der Ölnebel benetzt dabei auch die Ventilblätter der Ansaug- und der Auslaßventile und dient beim Schließen derselben als Flüssigkeitsdichtung.

Wenn der Kompressionshub in einer Zylinderbohrung beendet ist, wird das zugeordnete Auslaßventil geschlossen. Zu diesem Zeitpunkt verbleibt unvermeidlich ein kleiner Teil des komprimierten Kältemittels in dem relativ engen Raum zwischen dem Kolbenkopf und der Ventilplattenanordnung sowie in der in der Ventilplatte ausgebildeten Auslaßöffnung. Außerdem haftet das zugeordnete Ansaug-Ventilblatt wegen des flüssigen Öls an seinem Ventilsitz. Folglich kann das Ansaug-Ventilblatt unmittelbar nach Beginn des Saughubes, d. h. unmittelbar nach Beginn der Bewegung des doppelt wirkenden Kolbens von seinem oberen Totpunkt in Richtung auf seinen unteren Totpunkt, nicht sofort geöffnet werden. Das Kältemittel kann also nicht sofort aus der Ansaugkammer über das Ansaugventil in die Zylinderbohrung fließen, da der Rest des komprimierten Kältemittels unter einem Druck steht, der höher ist als der Druck in der Ansaugkammer, und da ferner die Adhäsionskraft und die Federkraft des Ansaug-Ventilblattes überwunden werden müssen, ehe das Kältemittel aus der Ansaugkammer über die Ansaugöffnung in die Zylinderbohrung strömen kann. Zu Beginn des Saughubes dehnt sich also zunächst lediglich der Rest des komprimierten Kältemittels in der Zylinderbohrung aus, und folglich kann ein Zufluß von frischem Kältemittel in die Zylinderbohrung erst stattfinden, wenn die Druckdifferenz zwischen der Zylinderbohrung und der Ansaugkammer einen vorgegebenen Wert überschreitet.

Bei dem vorstehend beschriebenen bekannten Kompressor kann also in der Praxis das Volumen des während eines Saughubs angesaugten Kältemittels nur geringer sein als das theoretisch mögliche Ansaugvolumen, und zwar in erster Linie wegen des restlichen in der Zylinderbohrung verbliebenen komprimierten Kältemittels. Die theoretisch mögliche Leistung des Kompressors wird somit nicht erreicht.

Die der US-PS 5 232 349 entsprechende JP-OS 5(1993)-71467 offenbart einen Axialkolbenkompressor mit mehreren Kolben, der so gebaut ist, daß im wesentlichen das theoretisch mögliche Ansaugvolumen für das Kältemittel im Verlauf eines Ansaughubes erreicht werden kann. Bei diesem Kompressor sind die Ansaugventile mit ihren Blattfedern durch ein einziges Drehventil ersetzt, welches in einer zylindrischen Kammer des Zylinderblockes angeordnet und drehfest mit der Antriebswelle verbunden ist. Die Ventilplattenanordnungen umfassen dabei nur noch Auslaßventilelemente und Auslaßöffnungen, während die Ansaugventilelemente und die Ansaugöffnungen nunmehr fehlen. Das Drehventil ist in seiner Mantelfläche mit einer bogenförmigen Nut versehen, die in Verbindung mit der Ansaugkammer steht. Ferner ist das Drehventil mit einem diametral durchgehenden Kanal versehen. Andererseits sind in dem Zylinderblock radiale Kanäle vorgesehen, von denen jeder mit der zugeordneten Zylinderbohrung

an einer Stirnfläche derselben in Verbindung steht, an der auch die Auslaßöffnung angeordnet ist. Dabei öffnen sich die inneren Enden der radialen Kanäle an der Innenwandfläche der zylindrischen Kammer im Zylinderblock, mit der das Drehventil in Gleitkontakt steht.

Bei dem betrachteten bekannten Kompressor wird die betreffende Zylinderbohrung bei der Ausführung eines Saughubs über ihren radialen Kanal und die bogenförmige Nut des Drehventils mit der Ansaugkammer verbunden, so daß das Kältemittel in die Zylinderbohrung strömen kann. Während des Saughubs wird die Verbindung zwischen der Zylinderbohrung und der Ansaugkammer aufgrund einer vorgegebenen Bogenlänge der bogenförmigen Nut aufrechterhalten. Wenn der Ansaughub beendet ist, d. h. wenn der Kolben seinen unteren Totpunkt erreicht, wird die Verbindung zwischen der Zylinderbohrung und der Ansaugkammer unterbrochen. Anschließend wird der Kompressionshub eingeleitet, wobei sich der Kolben von seinem unteren in Richtung auf seinen oberen Totpunkt bewegt. Wenn der Kompressionshub beendet ist, d. h. wenn der Kolben seinen oberen Totpunkt erreicht, verbleibt unvermeidlich ein Teil des komprimierten Kältemittels in dem kleinen Volumen der Zylinderbohrung, welches durch den Kolbenkopf und die Ventilplattenanordnung definiert ist, ähnlich wie bei dem Kompressor gemäß JP-OS (Kokai) 59(1984)-1455378. Unmittelbar nach der Beendigung des Kompressionshubes, d. h. unmittelbar nachdem der Kolben begonnen hat, sich von seinem oberen Totpunkt in Richtung auf seinen unteren Totpunkt zu bewegen, gelangt die Zylinderbohrung jedoch über die diametral durchgehende Öffnung in dem Drehventil in Verbindung mit der diametral gegenüberliegenden Zylinderbohrung, in der gerade der Saughub stattfindet, so daß das Restgas, d. h. der verbliebene Teil des komprimierten Kältemittels, aus der betreffenden Zylinderbohrung in die diametral gegenüberliegende Zylinderbohrung fließt, die nicht im Kompressionsbetrieb arbeitet. Sobald also die betreffende Zylinderbohrung über ihren zugeordneten radialen Kanal und die bogenförmige Nut des Drehventils mit der Ansaugkammer verbunden wird, fließt Kältemittel aus der Ansaugkammer in diese Zylinderbohrung, da das restliche komprimierte Kältemittel zuvor entwichen ist. Folglich kann das in der Praxis angesaugte Volumen des Kältemittels bei einem Ansaughub im wesentlichen gleich dem theoretisch möglichen Ansaugvolumen sein, so daß es möglich wird, die theoretisch mögliche Leistung des Kompressors in der Praxis im wesentlichen zu realisieren.

Bei dem Kompressor gemäß US-PS 5 232 349 ergibt sich jedoch ein Problem, welches gelöst werden muß. Insbesondere wird der Druck des entwichenen gasförmigen Kältemittels, wenn der restliche Teil des komprimierten Kältemittels aus der betreffenden Zylinderbohrung in die diametral gegenüberliegende Zylinderbohrung entweicht, die nicht im Kompressionshub arbeitet, erheblich bis auf einen niedrigen Druckpegel in der Ansaugkammer verringert. Folglich muß der Druck des entwichenen Teils des Kältemittels während des Kompressionshubes erneut angehoben werden. Dies führt natürlich zu einem erheblichen Verlust des Wirkungsgrades des Kompressors hinsichtlich der Kompression.

Ausgehend vom Stand der Technik und der vorstehend aufgezeigten Problematik, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Axialkolbenkompressor mit mehreren Kolben dahingehend zu verbessern, daß ein Rest des komprimierten Kältemittels bzw. Fluids zum Steigern des praktisch erreichten Ansaugvolumens bis

dicht an das theoretische Ansaugvolumen derart aus der Zylinderbohrung abgeführt wird, daß keine ins Gewicht fallende Verschlechterung des Wirkungsgrades des Kompressors hinsichtlich der Kompressionsleistung auftritt.

Die gestellte Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Kompressor gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Kennzeichenteils des Patentanspruchs 1 gelöst.

10 In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfassen die Ventileinrichtungen ein Drehventil, welches drehfest mit der Antriebswelle verbunden ist und an seiner Mantelfläche eine Nut aufweist, wobei während der Drehung des Drehventils über die Nut eine Verbindung zwischen den Zylinderbohrungen hergestellt wird, so daß der Rest des komprimierten Kältemittels aus einer Zylinderbohrung in eine andere Zylinderbohrung entweichen kann. Die Nut hat dabei vorzugsweise die Form einer geschlossenen Schleife. Das Drehventil 15 kann in vorteilhafter Ausgestaltung ferner Kanaleinrichtungen umfassen, um während des Saughubes den einzelnen Zylinderbohrungen das zu komprimierende Fluid zuzuführen. Vorzugsweise sind die Nut und zumindest Teile der Kanaleinrichtungen an der Mantelfläche des Drehventils dabei einander diametral gegenüberliegend angeordnet.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden nachstehend anhand von Zeichnungen noch näher erläutert. Es zeigt

30 Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Taumelscheibenkompressor gemäß der Erfindung;

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Kompressor gemäß Fig. 1 längs der Linie II-II in dieser Figur;

Fig. 3 bis 7 Abwicklungen der Mantelfläche eines 35 Drehventils des Kompressors gemäß Fig. 1 und 2 und der Innenwand einer das Drehventil aufnehmenden Kammer in einem Zylinderblock des Kompressors für verschiedene Drehwinkel des Drehventils bei fortschreitender Drehung;

Fig. 8 eine grafische Darstellung des Verlaufs des 40 Druckes in einer Kompressionskammer und des Verlaufs des Volumens derselben bei Drehung des Drehventils über einen Winkel von 360°; und

Fig. 9 eine graphische Darstellung zur Erläuterung 45 eines Arbeitszyklus, wie er in jeder der Kompressionskammern abläuft.

Im einzelnen zeigt Fig. 1 als Kompressor mit mehreren Axialkolben einen Taumelscheibenkompressor, bei dem die vorliegende Erfindung realisiert ist und der in einer Klimaanlage eines Fahrzeugs, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs, verwendet werden kann. Der Kompressor umfaßt einen Zylinderblock 10, ein vorderes Gehäuse 12 und ein hinteres Gehäuse 14, wobei die Gehäuse 12, 14 an der vorderen und der hinteren Stirnfläche des Zylinderblocks 10 mittels O-Ringen 16, 18 hermetisch dichtend befestigt sind. Der Zylinderblock 10 und die Gehäuse 12, 14 werden mit Hilfe von sechs Schraubbolzen 19 (Fig. 2) zu einer einstückigen Einheit zusammengebaut. Beim Ausführungsbeispiel besitzt der Zylinderblock 10 gemäß Fig. 2 sechs Zylinderbohrungen 20A bis 20F, die in Umfangsrichtung in gleichmäßigen Abständen voneinander angeordnet sind und von denen jede der gleitverschieblichen Aufnahme eines Kolbens 22 dient. Das vordere Gehäuse 12 umschließt eine Antriebsmittel- bzw. Kurbelkammer, nämlich eine Taumelscheibenkammer 24. In dem hinteren Gehäuse 14 ist eine zentrale Ansaugkammer 26 und eine diese umgebende und von ihr durch eine ringförmige Wand 14a

getrennte ringförmige Auslaßkammer 28 vorgesehen. Beim Ausführungsbeispiel stehen die Ansaugkammer 26 und die Auslaßkammer 28 in Verbindung mit einem Verdampfer bzw. einem Kondensator der Klimaanlage, so daß ein Fluid bzw. Kältemittel von dem Verdampfer der Ansaugkammer 26 zugeführt wird, während ein komprimiertes Kältemittel von der Auslaßkammer 28 an den Kondensator geliefert wird.

Zwischen der hinteren Stirnfläche des Zylinderblocks 10 und dem hinteren Gehäuse 14 ist eine Ventilplattenanordnung 30 angeordnet, welche zusammen mit den Köpfen der Kolben, die von den Zylinderbohrungen 2A bis 2F aufgenommen werden, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist, Kompressionskammern 32A bis 32F definiert. Die Ventilplattenanordnung umfaßt eine kreisscheibenförmige Platte 34 und ein Blattfederblech 36, welches an der Außenseite der Platte 34 befestigt ist, sowie ein Rückhaltelement 38, welches auf der Außenseite des Blattfederbleches 36 angeordnet ist. Die Platte 34 kann aus einem geeigneten Metall, wie z. B. Stahl, hergestellt werden und besitzt sechs Auslaßöffnungen 40, die in Umlangsrichtung in gleichmäßigen Abständen voneinander angeordnet sind, derart, daß jede Auslaßöffnung 40 im Bereich eines offenen Endes der zugeordneten Zylinderbohrung 2A bis 2F liegt. Dabei ist zu beachten, daß die einzelnen Auslaßöffnungen 40 in Fig. 2 in gestrichelten Linien eingezeichnet sind. Das Blattfederblech 36 kann aus Federstahl, Phosphorbronze oder dgl. hergestellt sein und besitzt sechs Blattfederelemente bzw. Blattfedern 42, die einstückig an dem Blech angeformt sind und sich in radialer Richtung erstrecken, derart, daß jede von ihnen mit einer zugeordneten Auslaßöffnung 40 fluchtet und aufgrund ihrer Elastizität zum Öffnen und Schließen der Auslaßöffnung 40 in eine Offenstellung und eine Schließstellung bewegen kann. Das plattenförmige Rückhaltelement 38 kann aus einem geeigneten Metallmaterial, wie z. B. Stahl, hergestellt werden und ist vorzugsweise mit einer sehr dünnen Gummischicht beschichtet. Das Rückhaltelement 38 besitzt sechs einstückig angeformte Fängerelemente 44, die in radialer Richtung und in solchen Winkelstellungen angeordnet sind, daß sie jeweils mit einer Auslaß-Blattfeder 42 fluchten. Jedes Fängerelement 44 besitzt eine schräge Stütz- bzw. Anschlagfläche für die zugeordnete Blattfeder 42, so daß diese nur um einen vorgegebenen Winkel geöffnet werden kann, der durch die Anschlagfläche des Fängerelements 44 definiert ist.

Eine Antriebswelle 46 erstreckt sich koaxial zur Gehäuseachse durch das vordere Gehäuse 12 und ist mittels eines Radiallagers 48 in einem Nabenteil des vorderen Gehäuse 12 drehbar gelagert, wobei ein Teil der Antriebswelle nach außen über das vordere Gehäuse vorsteht und dort durch einen Motor des Fahrzeugs angetrieben werden kann. Ein zweites Radiallager 50 für die Antriebswelle 46 ist in einer Mittelbohrung des Zylinderblocks 10 angeordnet. Angrenzend an das Radiallager 48 ist eine Drehrichtung 52 vorgesehen, um die Taumelscheibenkammer 24 nach außen abzudichten.

Auf der Antriebswelle 46 ist eine Antriebsplatte 54 drehfest montiert, die über ein Drucklager 56 an der Innenwand des vorderen Gehäuses 12 abgestützt ist. Auf der Antriebswelle 46 sitzt ferner eine gleitverschiebbliche Buchse 58 mit diametral abstehenden Schwenkzapfen 60. In Fig. 1 ist lediglich einer der Schwenkzapfen 60 mit gestrichelten Linien angedeutet. Die beiden Schwenkzapfen tragen eine schwenkbare Taumelplatte 62, die ringförmig ausgebildet ist und von der Antriebswelle 46 durchgriffen wird. Das Antriebs-

element 54 ist mit einer Verlängerung 54a mit einem Langloch 54b versehen. Die Taumelplatte 62 ist mit einem einstückig angeformten abstehenden Bügel 62a versehen, der einen Führungszapfen 62b trägt, der in den Führungsschlitz 54b eingreift, so daß die Taumelplatte 62 gemeinsam mit der Antriebsplatte 54 zu einer Drehbewegung antreibbar und dabei um die Schwenkzapfen 60 schwenkbar ist. Auf einem von der Taumelplatte 62 abstehenden einstückig angeformten Nabenteil 66 ist eine Taumelscheibe 64 montiert, die durch ein Drucklager 68 an der Taumelplatte 64 abgestützt ist.

Die Buchse 58 ist mittels einer die Antriebswelle 46 umgebenden Druckfeder 70 ständig gegen die Taumelscheibe 64 vorgespannt. Das andere Ende der Feder 70 stützt sich an einem fest mit der Antriebswelle 46 verbundenen Ring 72 ab.

Zum Antreiben der Kolben 22 in den Zylinderbohrungen 20A bis 20F zu einer Hin- und Herbewegung steht die Taumelscheibe 64 mit den Kolben 22 über sechs Verbindungsstangen in Antriebsverbindung, die an ihren Enden sphärische Schuhe 74a und 74b haben, welche durch Gleitlager in Form sphärischer Aussparungen in der Taumelscheibe 64 bzw. den zugeordneten Kolben 22 aufgenommen werden. Wenn die Taumelplatte 62 bei dieser Anordnung von der Antriebswelle 46 zu einer Drehbewegung angetrieben wird, dann führt die Taumelscheibe 64 eine Schwenkbzw. Taumelbewegung um die Schwenkzapfen 60 aus, so daß die einzelnen Kolben 22 in ihren zugeordneten Zylinderbohrungen 20A bis 20F zu einer Hin- und Herbewegung angetrieben werden. Die Taumelscheibenkammer 24 kann mit der Ansaugkammer 26 und/oder der Auslaßkammer 28 über ein geeignetes Steuerventil (nicht gezeigt) in Verbindung stehen, so daß der Druck in der Taumelscheibenkammer 24 variabel ist, wodurch der Hub der Kolben 22 einstellbar ist.

Wie in Fig. 1 und 2 gezeigt, ist gemäß der Erfindung ein Drehventil drehbar in einer zylindrischen Kammer 78 angeordnet, die durch einen Teil der Mittelbohrung des Zylinderblocks 10 gebildet wird. Das Drehventil 76 ist drehfest mit dem inneren Ende der Antriebswelle 46 verbunden und dreht sich gemeinsam mit dieser. Zu diesem Zweck ist das Drehventil 76, wie in Fig. 1 gezeigt, in seiner einen Stirnfläche mit einer Mittelbohrung 8 versehen, an die eine Keilnut 80a angrenzt. Ferner ist die Antriebswelle 46 mit einem Ansatz 82 versehen, der von ihrer inneren Stirnfläche absteht und mit einem radialen Keil 82a versehen ist. Der Ansatz 82 mit dem Keil 82a wird in die Mittelbohrung 80 mit der Keilnut 80a derart eingesetzt, daß das Drehventil 76 drehfest mit der Antriebswelle 46 verbunden wird. Das Drehventil 76 stützt sich mit seinem hinteren Ende an einem Drucklager 84 ab, welches in einer zentralen Aussparung der ringförmigen Wand 14a des hinteren Gehäuses angeordnet ist.

Das Drehventil 76 ist ferner mit einer Mittelbohrung 86 versehen, die sich zu der der Mittelbohrung 80 gegenüberliegenden Stirnfläche des Drehventils 76 öffnet und die über die Mittelöffnung des Drucklagers 84 in Verbindung mit der Ansaugkammer 26 steht. Wie am besten aus Fig. 2 deutlich wird, ist in dem Drehventil 76 eine sektorförmige Aussparung 88 ausgebildet, die in Verbindung mit der Mittelbohrung 86 steht. Die sektorförmige Aussparung 88 steht folglich über die Mittelbohrung 86 mit der Ansaugkammer 26 in Verbindung. Das Drehventil 76 ist ferner in seiner Mantelfläche mit einer Nut 90 in Form einer geschlossenen Schleife versehen.

Wie aus Fig. 3 deutlich wird, die eine Abwicklung der Mantelfläche des Drehventils 76 zeigt, umfaßt die schleifenförmige Nut 90 zwei parallele bogenförmige Nutteile 90a und 90b gleicher Länge, die sich in Umfangsrichtung längs der Mantelfläche des Drehventils 76 erstrecken, sowie zwei seitliche Nutteile 90c und 90d, die jeweils mit den beiden angrenzenden Enden der parallelen Nutteile 90a und 90b verbunden sind. Andererseits ist der Zylinderblock 10 gemäß Fig. 2 mit darin ausgebildeten radialen Kanälen 94A bis 94F versehen, die jeweils von den Druckkammern 32A bis 32F zu der zylindrischen Kammer 78 des Zylinderblockes 10 führen. In Fig. 3 ist zusätzlich die Innenwandfläche der zylindrischen Kammer 78 in Form einer abgewickelten Darstellung gezeigt, um den Zusammenhang zwischen den inneren Öffnungen der radialen Kanäle 94A bis 94F und der schleifenförmigen Nut 90 zu verdeutlichen.

Wenn das Drehventil 76 von der Antriebswelle 46 zu einer Drehbewegung in der in Fig. 2 und 3 jeweils durch einen Pfeil R angedeuteten Drehrichtung angetrieben wird, dann kommunizieren die radialen Kanäle 94A bis 94F nacheinander über die Mittelbohrung 86 und die sektorförmige Aussparung 88 mit der Ansaugkammer 26. Ferner werden bei der Drehung der Antriebswelle 46 die Kolben 22 in ihren Zylinderbohrungen 20A bis 20F zu einer Hin- und Herbewegung angetrieben, so daß in jeder der Zylinderbohrungen 20A bis 20F alternierend ein Saughub und ein Kompressionshub ausgeführt werden. Während des Saughubs, d. h. während der Bewegung eines Kolbens 22 von seinem oberen Totpunkt am hinteren Ende des Zylinderblockes in Richtung auf seinen unteren Totpunkt wird das Kältemittel aus der Ansaugkammer über die zentrale Bohrung 86, die sektorförmige Aussparung 88 und den betreffenden radialen Kanal 94A bis 94F in die betreffende Kompressionskammer 32A bis 32F gesaugt. Während des Kompressionshubes, d. h. während der Bewegung eines Kolbens 22 von seinem unteren Totpunkt in Richtung auf seinen oberen Totpunkt, wird das Kältemittel in der betreffenden Kompressionskammer 32A bis 32F komprimiert und dann über das entsprechende Auslaßventil 42 in die Auslaßkammer 28 ausgestoßen.

Wenn beispielsweise der in der Zylinderbohrung 20A befindliche Kolben 22 seinen oberen Totpunkt erreicht, befindet sich das Drehventil 76 bezüglich der sechs radialen Kanäle 94A bis 94F in der in Fig. 3 gezeigten Winkelstellung. In dieser Stellung bzw. zu diesem Zeitpunkt ist in der Zylinderbohrung 20A bzw. in der Kompressionskammer 32A der Kompressionshub gerade beendet, so daß ein Teil des komprimierten Kältemittels unvermeidlich in einem kleinen Volumen der Kompressionskammer 32A verblieben ist, welches durch den Kopf des Kolbens 22 einerseits und die Ventilplattenanordnung 30 andererseits definiert ist. Andererseits erreicht in der diametral gegenüberliegenden Zylinderbohrung 20D bzw. in der Kompressionskammer 32D der Kolben 22 gerade seinen unteren Totpunkt, so daß dort der Saughub gerade beendet ist. Ferner findet in jeder der Zylinderbohrungen 20B und 20C bzw. in den entsprechenden Kompressionskammern 32B und 32C gerade ein Kompressionshub statt, während in jeder der Zylinderbohrungen 20E und 20F bzw. in den entsprechenden Kompressionskammern 32E und 32F gerade ein Saughub stattfindet. Dabei ist zu beachten, daß in der in Fig. 3 gezeigten Situation der seitliche Nutteil 90c der schleifenförmigen Nut 90 an die Öffnung des radialen Kanals 94A angrenzt und daß der seitliche Nutteil 90d der schleifenförmigen Nut 90 teilweise über der

Öffnung des radialen Kanals 94c liegt, was bedeutet, daß die Kompressionskammer 32C mit der geschlossenen, schleifenförmigen Nut 90 kommuniziert.

Wenn das Drehventil 76 sich, ausgehend von der in Fig. 3 gezeigten Winkelstellung, in Richtung auf die in Fig. 4 gezeigte Position dreht, dann gelangt die seitliche Nut 90c der schleifenförmigen Nut 90 über die innere Öffnung des radialen Kanals 94A, so daß die schleifenförmige Nut 90 mit der Kompressionskammer 32A 10 kommuniziert. Andererseits wird die Verbindung zwischen der schleifenförmigen Nut 90 und der Kompressionskammer 32C weiterhin aufrechterhalten. Folglich kommunizieren die Kompressionskammern 32A und 32C miteinander über die schleifenförmige Nut 90, so 15 daß der restliche Teil des komprimierten Kältemittels aus der Kompressionskammer 32A in die Kompressionskammer 32C entweicht. Da die Kompressionskammer 32C in der in Fig. 4 gezeigten Situation immer noch im Kompressionsbetrieb arbeitet, kann der Druck des 20 entwichenen Restes des Kältemittels nicht beträchtlich abgesenkt werden, so daß der entworfene Teil des Kältemittels in der Kompressionskammer 32C erneut effektiv komprimiert werden kann. Wenn das Drehventil 76, ausgehend von der in Fig. 4 gezeigten Winkelstellung, 25 in die in Fig. 5 gezeigte Winkelstellung weitergedreht wird, wird die Verbindung zwischen dem radialen Verbindungskanal 94A und der schleifenförmigen Nut weiterhin aufrechterhalten; die Verbindung zwischen der schleifenförmigen Nut 90 und dem radialen Kanal 94C wird jedoch unterbrochen, so daß die Kompressionskammer 32A nicht mehr in Verbindung mit der Kompressionskammer 32C steht. Dieses vorzeitige Unterbrechen der Verbindung zwischen dem radialen Kanal 94C und der schleifenförmigen Nut 90 ist wichtig, um 30 zu verhindern, daß ein Teil des Kältemittels aus der Kompressionskammer 32C in die Kompressionskammer 32A zurückfließt. Insbesondere arbeitet die Kompressionskammer 32C nämlich in dieser Phase gerade im Kompressionsbetrieb, so daß der Druck in dieser 35 Kompressionskammer schnell ansteigt, während in der Kompressionskammer 32A ein Saughub stattfindet, wobei der Druck in dieser Kammer schnell absinkt. Folglich muß die Verbindung zwischen den Kompressionskammern 32A und 32C mit geeigneter zeitlicher Steuerung unterbrochen werden, bevor Kältemittel aus der Kompressionskammer 32C in die Kompressionskammer 32A zurückfließt.

Unmittelbar nachdem der seitliche Nutteil 90c der schleifenförmigen Nut 90 die Öffnung des radialen Kanals 94A passiert hat, gelangt die sektorförmige Aussparung 88 in Verbindung mit dem radialen Kanal 94A, so 40 daß das Kältemittel aus der Ansaugkammer 26 sofort in die Kompressionskammer 32A fließen kann, nachdem das restliche komprimierte Kältemittel aus dieser entwichen ist.

Wenn sich das Drehventil 76, ausgehend von der Winkelstellung gemäß Fig. 3, um einen Winkel von 180° gedreht hat, befindet es sich in der in Fig. 5 gezeigten Position, und diese Situation ist derjenigen gemäß Fig. 3 äquivalent. In der Zylinderbohrung 20D bzw. in der Kompressionskammer 32D, in der der Kolben 22 seinen oberen Totpunkt erreicht, ist nämlich der Kompressionshub gerade beendet, und in der Zylinderbohrung 20A bzw. der Kompressionskammer 32A, in der der Kolben 22 seinen unteren Totpunkt erreicht, ist der Saughub gerade beendet.

Wenn das Drehventil 76 aus der Winkelstellung gemäß Fig. 6 über einen Winkel von 60° weitergedreht

wird, nimmt es die in Fig. 7 gezeigte Position ein. Diese Situation ist ebenfalls derjenigen gemäß Fig. 3 äquivalent. Wenn das Drehventil 76 aus der Winkelstellung gemäß Fig. 7 weitergedreht wird, dann wird der Kompressionskammer 32A ein zusätzlicher Teil des Kältemittels zugeführt, welches aus der Kompressionskammer 32E entwichen ist, wie dies aus der Beschreibung zu Fig. 4 deutlich wird.

Fig. 8 zeigt eine grafische Darstellung der Änderung des Drucks in der Kompressionskammer 32A in Form einer Kurve P sowie als Kurve V die Änderung des Volumens der Kompressionskammer 32A, während sich das Drehventil 76 über einen Winkel von  $360^\circ$  dreht. In der grafischen Darstellung gemäß Fig. 8 wird davon ausgegangen, daß der Drehwinkel des Drehventils 76 Null ist, wenn sich der Kolben 22 in der Zylinderbohrung 20A in seinem oberen Totpunkt befindet (Fig. 3).

Sobald die Drehung des Drehventils 76 eingeleitet wird, gelangt der seitliche Nutteil 90c der schleifenförmigen Nut 90 über die Öffnung des radialen Kanals 94A, so daß eine Verbindung zwischen der Kompressionskammer 32A und der schleifenförmigen Nut 90 hergestellt wird. In der grafischen Darstellung gemäß Fig. 8 bezeichnet das Bezugszeichen PT<sub>1</sub> ein Zeitintervall, in dem die Verbindung zwischen der Kompressionskammer 32A und der schleifenförmigen Nut 90 aufrechterhalten wird. In einem schraffierten Bereich des Zeitintervalls PT<sub>1</sub> stehen die Kompressionskammern 32A und 32C miteinander in Verbindung (Fig. 4), und folglich wird der restliche Teil des komprimierten Kältemittels aus der Kompressionskammer 32A in die Kompressionskammer 32C eingespeist, so daß der Druck P schnell abfällt.

Unmittelbar nachdem der seitliche Nutteil 90c der schleifenförmigen Nut 90 die Öffnung des radialen Kanals 94A passiert hat, gelangt die Kompressionskammer 32A über die Mittelbohrung 86, die sektorförmige Ausparung 88 und den radialen Kanal 94A in Verbindung mit der Ansaugkammer 26. In der grafischen Darstellung gemäß Fig. 8 bezeichnet das Bezugszeichen PT<sub>2</sub> ein Zeitintervall, in dem die Verbindung zwischen der Kompressionskammer 32A und der Ansaugkammer 26 aufrechterhalten wird; der Saughub wird während des Zeitintervalls PT<sub>2</sub> ausgeführt. Während des Saughubs wird der Druck P konstant gehalten, und das Volumen v der Kompressionskammer 32A erreicht am Ende des Saughubs seinen Maximalwert. Nachdem der Saughub beendet ist, d. h. nachdem der Kompressionshub eingeleitet ist, steigt der Druck allmählich an.

In der grafischen Darstellung gemäß Fig. 8 bezeichnet das Bezugszeichen PT<sub>3</sub> ein Zeitintervall, in dem eine Verbindung zwischen der Kompressionskammer 32A und der schleifenförmigen Nut 90 aufrechterhalten wird. In einem schraffierten Bereich des Zeitintervalls PT<sub>3</sub> stehen die Kompressionskammern 32A und 32E in Verbindung miteinander, und somit wird ein restlicher Teil des komprimierten Kältemittels aus der Kompressionskammer 32E der Kompressionskammer 32A zugeführt, so daß der Druck P in dieser abrupt ansteigt.

Anschließend steigt der Druck P in Abhängigkeit von der Abnahme des Volumens V der Kompressionskammer 32A schnell an, wie dies in Fig. 8 gezeigt ist. Wenn der Druck P seinen Maximalwert erreicht, wird das Auslaßventil geöffnet, so daß das komprimierte Kältemittel aus der Kompressionskammer 32A in die Auslaßkammer 28 ausgestoßen wird. Dabei wird der Maximalwert des Druckes P konstant gehalten.

Es ist zu beachten, daß zwar vorstehend lediglich auf die Zylinderbohrung 20A bzw. die Kompressionskam-

mer 32A Bezug genommen wurde, daß aber für die anderen Kompressionskammern 32B—32F dieselbe Arbeitsweise gilt.

Fig. 9 zeigt einen Arbeitszyklus, wie er in jeder der Kompressionskammern 32A—32F abläuft. In der Darstellung gemäß Fig. 9 bezeichnen die Bezugszeichen A und B den oberen bzw. den unteren Totpunkt. Der Saughub verläuft — längs eines unteren Kurventeils — von A nach B; der Kompressionshub verläuft — längs eines oberen Kurventeils — von B nach A. Bei dem Kompressor gemäß US-PS 5 232 349 verläuft der Kompressionshub längs des in Fig. 9 gestrichelt eingezeichneten Kurventeils. Demgegenüber ist der Wirkungsgrad des Kompressors gemäß vorliegender Erfundung in einem Maße verbessert, das in Fig. 9 als schraffierte Differenzfläche dargestellt ist.

Während die Erfundung vorstehend anhand eines Mehrkolbenkompressors in Form eines Taumelscheibenkompressors erläutert wurde, versteht es sich ferner, daß die Erfundung auch bei anderen Typen von Axialkolbenkompressoren mit mehreren Kolben realisiert werden kann.

Schließlich wird aus der vorstehenden Beschreibung deutlich, daß dem Fachmann, ausgehend von dem beschriebenen Ausführungsbeispiel, zahlreiche Möglichkeiten für Änderungen und/oder Ergänzungen zu Gebote stehen, ohne daß er dabei den Grundgedanken der Erfundung verlassen müßte.

#### Patentansprüche

1. Axialkolbenkompressor mit einer Antriebswelle, mit einem Zylinderblock mit darin rings um die Achse der Antriebswelle angeordneten Zylinderbohrungen, mit jeweils einem gleitverschieblich in einer zugeordneten Zylinderbohrung angeordneten Kolben, mit Antriebeinrichtungen zum Umwandeln einer Drehbewegung der Antriebswelle in eine Hin- und Herbewegung der einzelnen Kolben in ihren Zylinderbohrungen derart, daß sie alternierend einen Saughub und einen Kompressionshub ausführen, wobei während des Saughubes ein Fluid in die Zylinderbohrungen eingeleitet und während des Kompressionshubes komprimiert und schließlich derart aus der Zylinderbohrung ausgestoßen wird, daß am Ende des Kompressionshubes ein Teil des komprimierten Fluids als Restgas in der Zylinderbohrung und/oder daran angrenzenden Teilen verbleibt, dadurch gekennzeichnet, daß Ventileinrichtungen (76, 78, 90) vorgesehen sind, mit deren Hilfe das Restgas aus einer Zylinderbohrung (20A bis 20F) einer anderen Zylinderbohrung (20A bis 20F) zuführbar ist, in der ein Kompressionshub stattfindet.

2. Kompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtungen ein Drehventil (76) umfassen, welches drehfest mit der Antriebswelle (42) verbunden ist und in deren Mantelfläche eine Nut (90) vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, daß während der Drehung des Drehventils (76) durch die Nut (90) Verbindungen zwischen ausgewählten Zylinderbohrungen (2A bis 2F) hergestellt werden, über die Restgas aus einer Zylinderbohrung in eine andere Zylinderbohrung ableitbar ist.

3. Kompressor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Nut (90) in Form einer geschlossenen Schleife ausgebildet ist.

4. Kompressor nach Anspruch 3, dadurch gekenn-

zeichnet, daß das Drehventil Kanaleinrichtungen (86, 88) aufweist, über die jeder der Zylinderbohrungen (20A) bis (20F) während des Saughubs der selben das Fluid zuführbar ist.

5. Kompressor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Nut (90) und zumindest ein Teil (88) der Kanaleinrichtungen (86, 88) einander diametral gegenüberliegend an der Mantelfläche des Drehventils (76) vorgesehen sind.

5

10

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

\* - Fig. 1

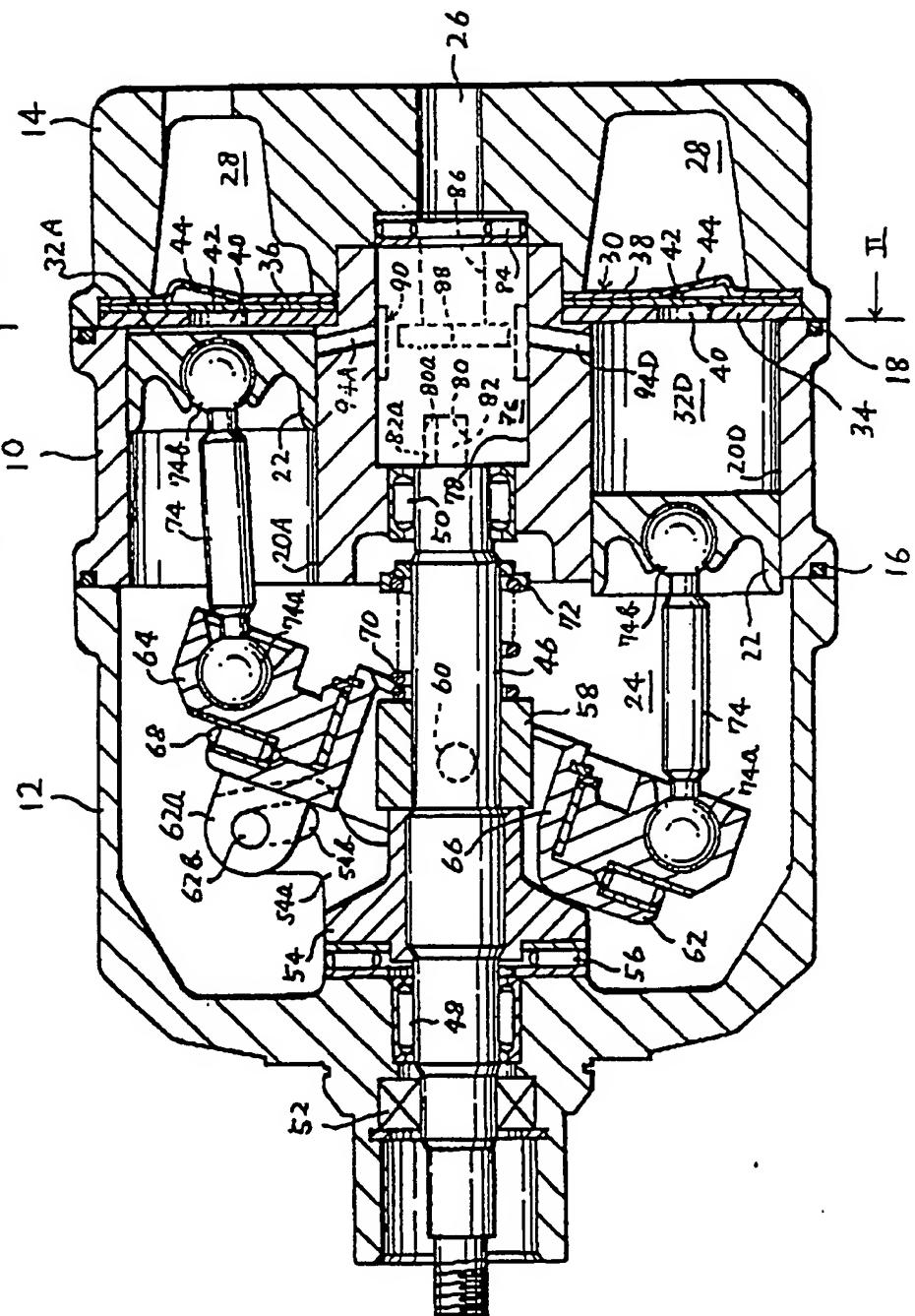


Fig. 2

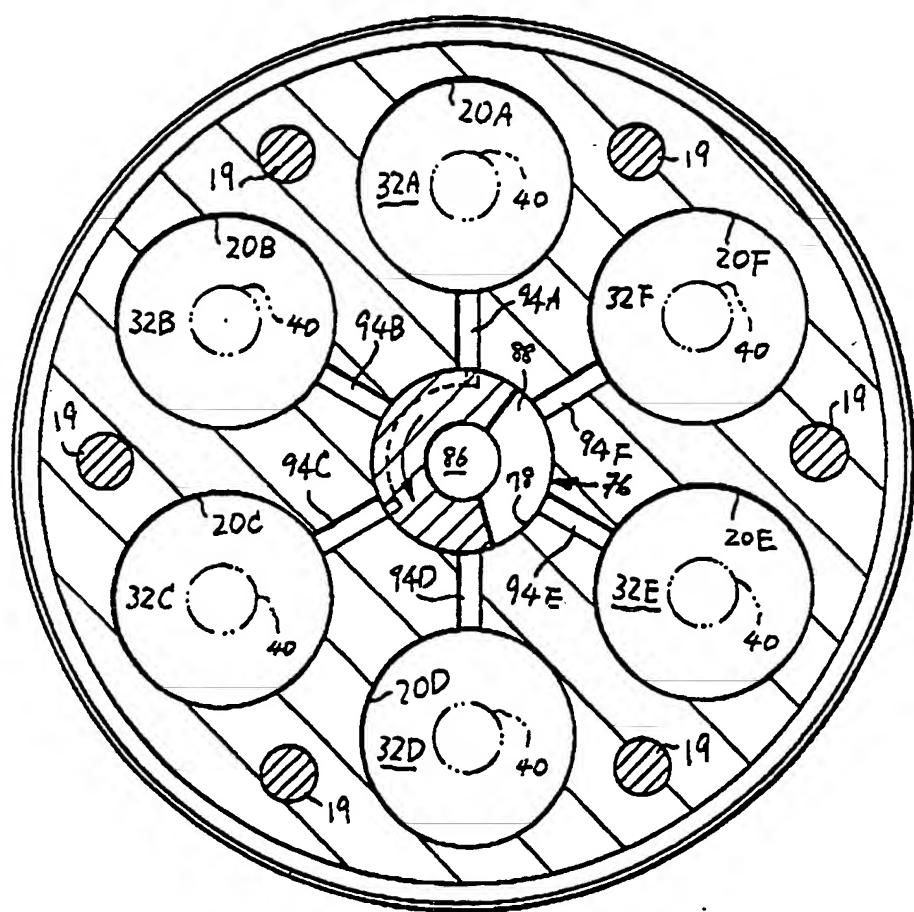


Fig. 3

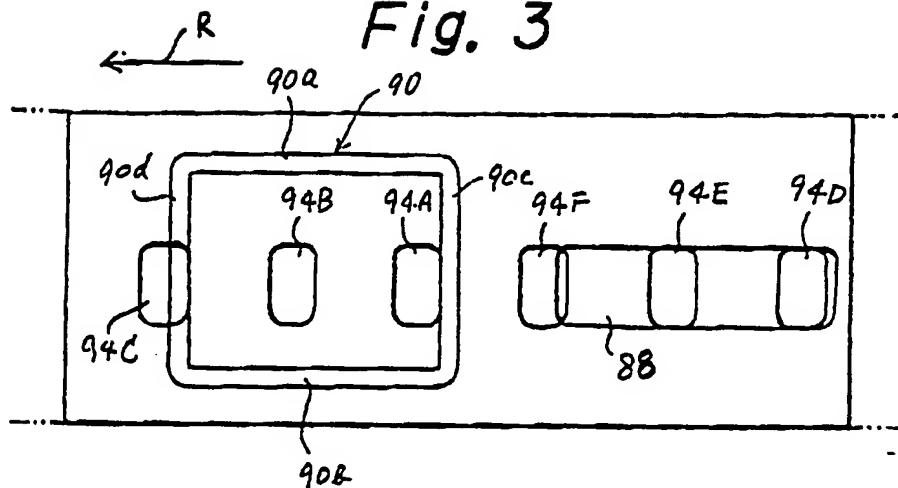


Fig. 4

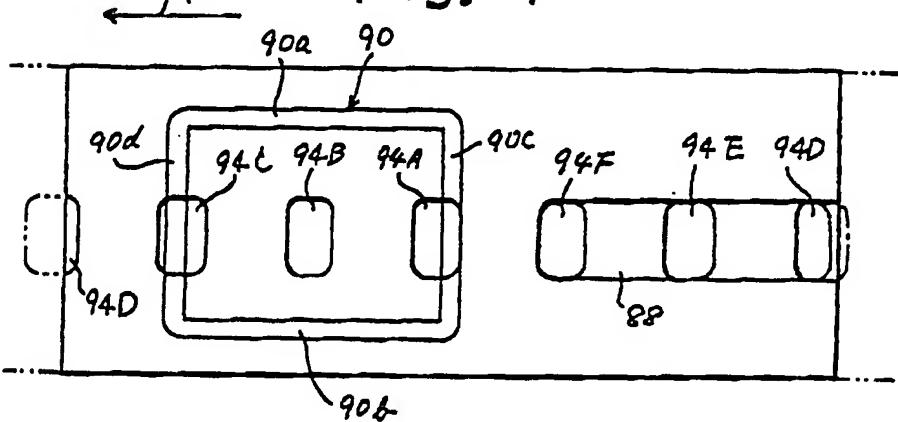


Fig. 5

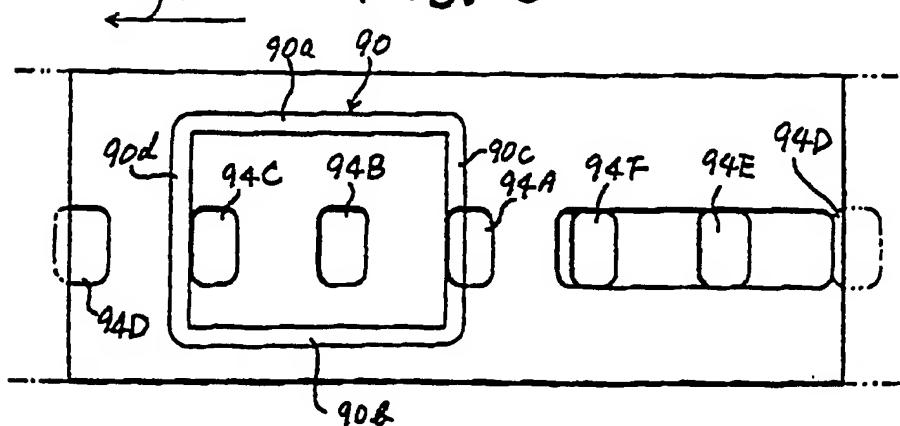


Fig. 6

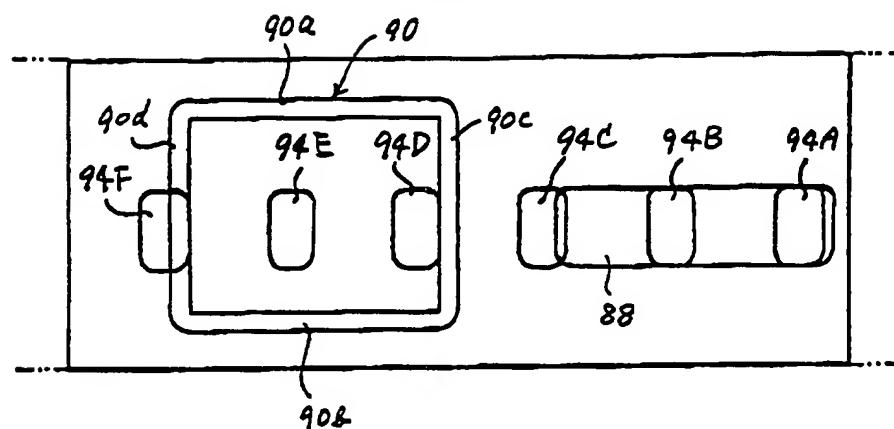


Fig. 7

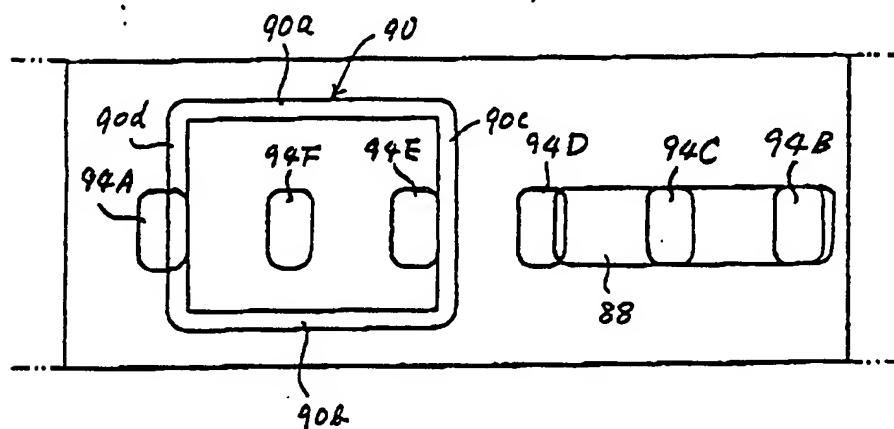
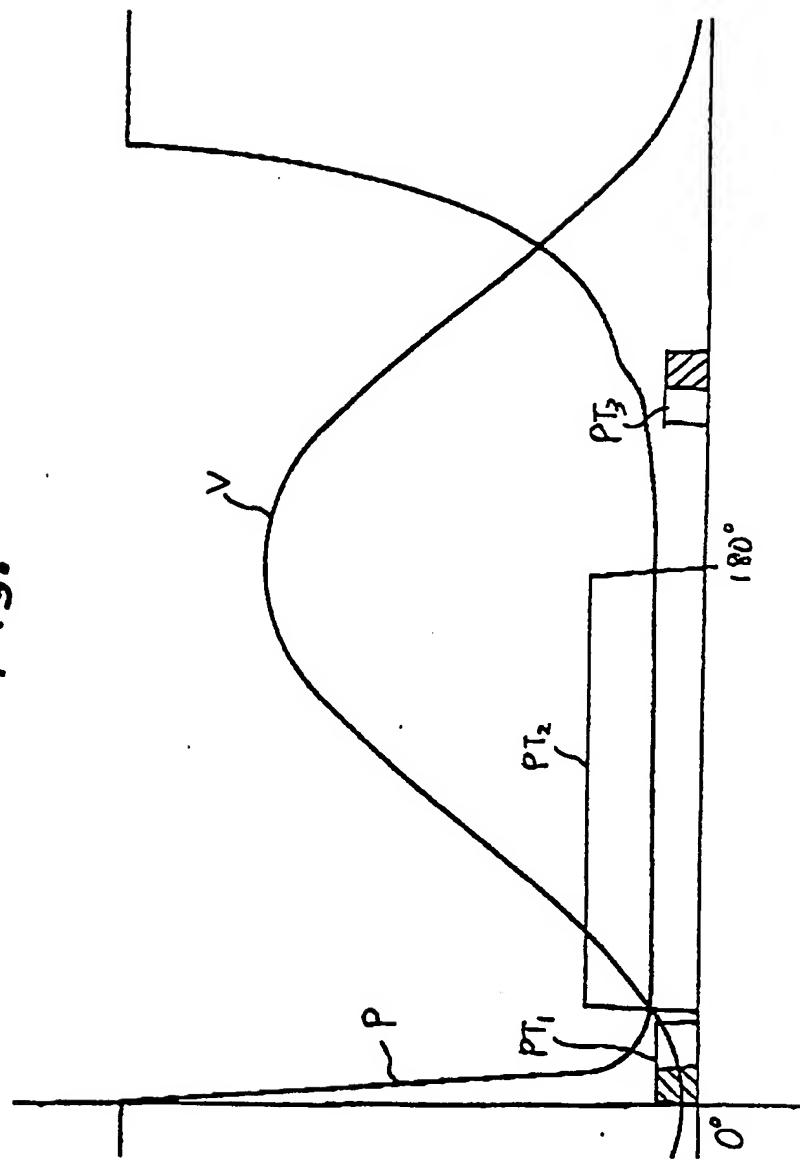
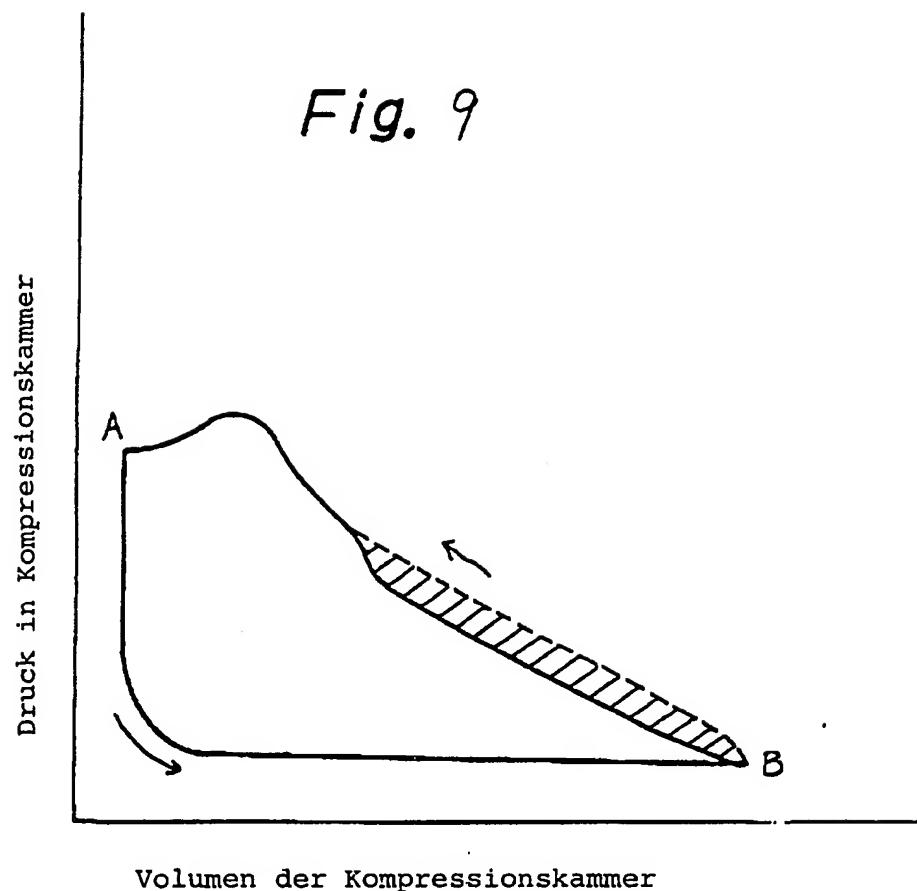


Fig. 8





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**